

No English title available .

Patent Number: DE3942031

Publication date: 1991-06-06

Inventor(s):

Applicant(s):

Requested Patent: ☐ DE3942031

Application DE19893942031 19891220

Priority Number(s): DE19893942031 19891220

IPC Classification: C22C19/00; H01L31/05;

EC Classification: H01L31/05Equivalents: ☐ WO9109427

Abstract

A solar generator comprises a plurality of solar cells connected in series and/or parallel. Adjacent solar cells can be connected to each other electrically and mechanically by metallic connectors (4) made from a pseudo elastic material.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 39 42 031.0-33
22 Anmeldetag: 20. 12. 89
23 Offenlegungstag: —
26 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 6. 6. 91

DE 39 42 031 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:

Rukwied, Armin, Dr., 6057 Dietzenbach, DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 33 645 A1

DE 35 37 262 A1

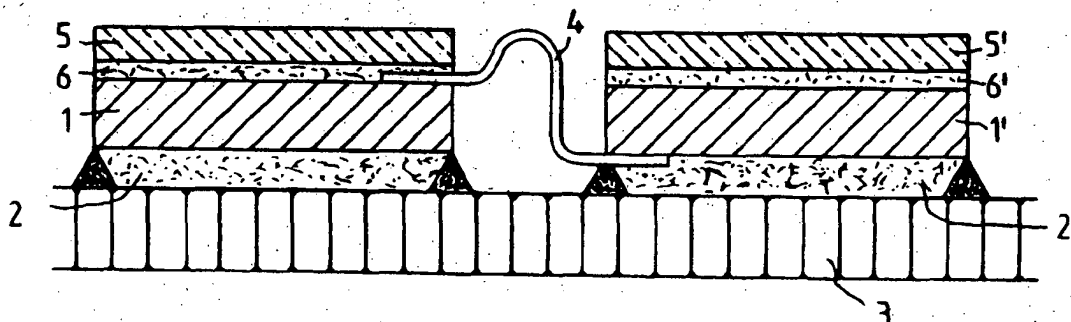
DE 31 24 581 A1

DE-Z.: Physik in unserer Zeit, Bd. 18, 1987, S. 193-194;

DE-Z.: Metall, Bd. 39, 1985, S. 34-38;

64 Solargenerator

Bei einem Solargenerator mit einer Vielzahl in Reihe und/oder parallelgeschalteten Solarzellen, bei dem jeweils benachbarte Solarzellen durch metallische Verbinder elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind, besteht der Verbinder (4) aus einem pseudoelastischen Werkstoff.



DE 39 42 031 C 1

Die Erfindung betrifft einen Solargenerator mit einer Vielzahl von in Reihe und/oder parallelgeschalteten Solarzellen, bei dem jeweils benachbarte Solarzellen durch metallische Verbinder elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind, wie er beispielsweise aus der DE 31 24 581 A1 bekannt ist.

Für die Herstellung photovoltaischer Solargeneratoren wird eine Vielzahl von Solarzellen elektrisch leitend miteinander verbunden. Eine Kette von in Serie geschalteten Solarzellen entsteht dadurch, daß die mehr oder weniger starren Zellen aus Silicium mittels duktiler Verbinder in Folge hintereinander angeordnet sind. Als Verbinder wurden bisher metallische Bänder mit einer Dicke von etwa 30 µm aus Silber oder aus silberbeschichtetem Molybdän verwendet, die mit der Zellenmetallisierung durch Widerstandsschweißen oder durch Löten verbunden werden (DE 35 37 262 A1), oder es wurden Verbinder aus amorphen Metallen verwendet (DE 31 24 531 A1).

Diese in Reihe elektrisch und mechanisch miteinander verbundenen Solarzellen werden mit Hilfe eines elastischen Siliconklebers auf eine starre oder flexible Unterlage aufgeklebt. Durch parallelschaltung mehrerer derartiger Solarzellenketten entsteht dann ein sogenannter Solarzellenmodul.

Schwierigkeiten ergeben sich nun dadurch, daß die Ausdehnungskoeffizienten der Solarzellen, des Verbinderkstoffes und des Substratmaterials unterschiedlich sind, und zwar derart, daß in der Regel der Ausdehnungskoeffizient des Substrats (etwa $20 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) größer als der Ausdehnungskoeffizient des Verbinders (für Ag $19 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) ist und dieser wiederum größer als der Ausdehnungskoeffizient der Solarzelle (ca. $2,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$). Insbesondere bei der Anwendung derartiger Solargeneratoren zur Stromversorgung von Satelliten müssen die Generatoren eine Vielzahl thermischer Zyklen durchlaufen, und zwar mit Temperaturänderungen bis zu 250° K. Die dabei auftretenden thermischen Dehnungsdifferenzen soll der Solarzellenverbinder als flexibles, bis in den plastischen Bereich verformbares Material möglichst bis zu einer Lebensdauer von 50000 oder sogar 100000 Zyklen akkommodieren.

Bei einem Abstand der Solarzellen von ca. 1 mm ist der Solarzellenverbinder von der Zellenrückseite der einen Zelle zur Zellenvorderseite der nächsten geführt und muß somit die gesamte Dehnungsdifferenz (typisch ca. 0,05 mm) einer geradlinigen Verbindungslinie aufnehmen. Zur Schonung des Materials wird dem Zellenverbinder zwischen den beiden Solarzellen eine U-förmige Überhöhung gegeben, die als Ausgleichsbogen eine sogenannte geometrische Dehnung bewirkt und damit eine gewisse Entlastung des Verbinders ermöglicht. Da der Verbinder, wie bereits erwähnt, ständigen Dehn-Wechselbeanspruchungen unterliegt, treten im Verbinderwerkstoff Gefügeveränderungen auf, die als zyklische Verfestigungen nach einer bestimmten Anzahl von Lastspielen zum Anriß und schließlich zum Bruch des Verbinders führen.

Die Kontaktierungsstelle des Verbinders mit der Zellenmetallisierung ist durch die Auswirkung der Dehnungsunterschiede infolge thermischer Zyklen besonders stark beansprucht, was sich in dort auftretenden Scherbrüchen äußert. Alle bisher eingesetzten Werkstoffkombinationen Substrat/Zelle/Verbinder führten spätestens nach Durchlaufen von 15000 bis 30000 thermischen Zyklen zu Schädigungen in Form von zunächst

Anrissen und später Brüchen der Schweißstellen oder der Verbinder.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Verbinder für einen Solargenerator verfügbar zu machen, der eine noch höhere Anzahl thermischer Zyklen durchlaufen kann, ohne daß ein Bruch oder ein Anriß des Materials auftritt und insbesondere auch eine dynamische Verfestigung desselben vermieden wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Solargenerator der eingangs definierten Art dadurch erzielt, daß der Verbinder aus einem pseudoelastischen Werkstoff besteht.

Bei Verwendung eines derartigen Verbinders in einem photovoltaischen Solargenerator lassen sich im orbitalen Einsatz eines Satelliten thermische Zyklen von 50000 bis 100000 realisieren, ohne daß Defekte in der mechanischen oder elektrischen Verbindung der miteinander verbundenen Zellen auftreten.

Bei der Gruppe der pseudoelastischen Werkstoffe handelt es sich um Werkstoffe, die reversible Verformungen ertragen können, die weit über die elastische Grenze (Ende der Hooke'schen Gerade) des Werkstoffs hinausgehen. Hierzu wird beispielsweise auf "Metall 39", 1985, Seiten 34 bis 38, verwiesen. Diese Werkstoffe werden auch als Formgedächtnis-Legierungen bezeichnet. Sie zeigen aufgrund einer thermoelastischen martensitischen Umwandlung nach geeigneter Behandlung eine temperaturabhängige Gestaltsänderung. Wird z. B. eine derartige Legierung bei tiefer Temperatur bleibend verformt, so erinnert sie sich bei Erwärmung über eine kritische Temperatur an ihre ursprüngliche Form und nimmt diese wieder an. Bei einem pseudoelastischen Werkstoff, findet bei Erreichen einer bestimmten Beanspruchungsspannung eine martensitische Gefügeumwandlung statt, die eine weitere Verformung zuläßt, die nicht auf einer versetzungsbedingten elastischen Verformung beruht. Wird nach einer derartigen Verformung die mechanische Spannung weggenommen, so tritt eine Rückdehnung bis zur ursprünglichen Gestalt ein, wobei der ursprüngliche Gefügestand erhalten bleibt.

Bei Einsatz eines pseudoelastischen Werkstoffes als Verbinder für einen Solargenerator lassen sich Werkstoffdehnungen von bis zu 8% pseudoelastisch akkommodieren. Die Anzahl der durchführbaren thermischen Zyklen läßt sich noch dadurch erhöhen, daß dem Verbinder eine geeignete Geometrie gegeben wird, beispielsweise in bekannter Weise in Form einer U-förmigen Überhöhung in dem Bereich zwischen den beiden Solarzellen, die von dem Verbinder miteinander verbunden werden.

Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung soll anhand der Zeichnung näher erläutert werden.

Die Figur zeigt in halbschematischer Darstellung zwei Solarzellen 1, 1', die jeweils mittels eines Klebers 2, 2' auf einem Basiselement 3 befestigt sind. Die Oberseite der Solarzelle 1 wird mit der Unterseite der Solarzelle 1' mittels eines Verbinders 4 aus pseudoelastischem Werkstoff verbunden. Die Oberseiten der beiden Solarzellen sind mit einem Deckglas 5, 5' abgedeckt, das über einen Kleber 6, 6' mit der jeweiligen Oberfläche der Solarzelle in Verbindung steht. Zur Kontaktierung des Verbinders 4 mit den Solarzellen 1, 1' sind die entsprechenden Kontaktierungsbereiche metallisiert, und zwar bevorzugt mit einem pseudoelastischen Werkstoff. Die Kontaktierung selbst kann durch Schweißen oder Löten in bekannter Weise durchgeführt werden. In dem Ausführungs-

rungsbeispiel weist der Verbinder 4 eine U-förmige Überhöhung auf, die zur Aufnahme von Temperaturspannungen beiträgt.

Patentansprüche

5

1. Solargenerator mit einer Vielzahl in Reihe und/oder parallel geschalteten Solarzellen, bei dem jeweils benachbarte Solarzellen durch metallische Verbinder elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) aus einem pseudoelastischen Werkstoff besteht. 10
2. Solargenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) aus einer Titan-Nickel-Legierung besteht. 15
3. Solargenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) aus einer Ti-50, 5% Ni-Legierung besteht.
4. Solargenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) aus einer Kupfer-Zink-Aluminium-Legierung besteht. 20
5. Solargenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) aus einer Kupfer-Aluminium-Nickel-Legierung besteht. 25
6. Solargenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) die Rückseite einer Solarzelle (1') mit der Vorderzelle einer benachbarten Solarzelle (1) verbindet.
7. Solargenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) die Rückseiten zweier benachbarter Solarzellen verbindet. 30
8. Solargenerator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (4) in den Bereich zwischen den beiden Solarzellen (1, 1') einen Ausgleichsbereich in Form eines Ausgleichsbogens aufweist. 35
9. Solargenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Solarzellen (1, 1') mindestens in dem Bereich, in dem sie mit dem Verbinder (4) kontaktiert sind, mit einem pseudoelastischen Werkstoff metallisiert sind. 40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

